



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 102 52 671 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
D 04 B 21/14  
B 29 C 70/06  
D 04 H 3/04

21 Aktenzeichen: 102 52 671.0-26  
22 Anmeldetag: 11. 11. 2002  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 12. 2003

DE 102 52 671 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

KARL MAYER Malimo Textilmaschinenfabrik  
GmbH, 09117 Chemnitz, DE

74 Vertreter:

Schneider, M., Pat.-Anw., 09111 Chemnitz

72 Erfinder:

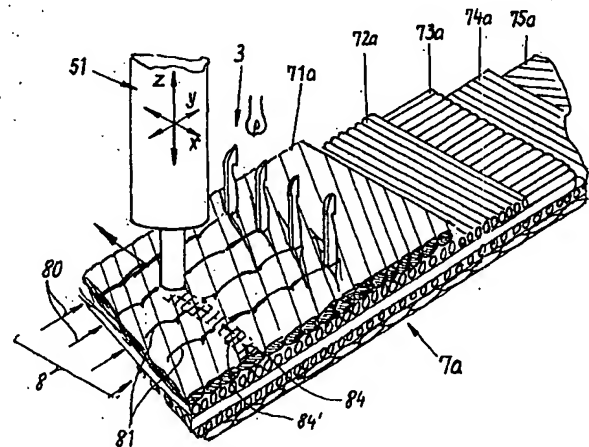
Erth, Holger, 09224 Gröna, DE; Wegner, Alexander,  
09117 Chemnitz, DE; Zeidler, Gert, 09111 Chemnitz,  
DE; Schuler, Günter, 64850 Schaaheim, DE

66 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 196 24 912 C2  
DE 41 39 714 C2  
DE 199 25 588 A1  
DE 196 24 234 A1  
DE 196 08 127 A1  
DE 100 60 379 A1  
DE 100 05 202 A1  
DE 30 03 666 A1  
EP 10 57 605 A1  
EP 07 54 795 A1

54 Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten, dreidimensionalen Kunststoffteilen

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten dreidimensionalen Kunststoffteilen unter Verwendung von armierenden, mehrschichtigen Fadengelegen (7a) mit überwiegend gestreckten Fäden oder Fasersträngen in jeder Schicht (71a, 72a, 73a, 74a, 75a), mit einem Maschenverbund (8) aus natürlichen oder künstlichen Fäden oder Fasern, der die übereinander angeordneten Schichten des Fadengeleges (7a) aneinander und die Fasern oder Fäden jeder Schicht in ihrer jeweiligen Ausrichtung vorfixiert, und unter Verwendung von Matrixwerkstoffen, die das der Form angepasste Fadengelege durchdringen und schließlich in einer vorgegebenen Form aushärtend umschließen, wobei der Maschenverbund (8, 80) des in Bahnform vorbereiteten Fadengeleges (7a) partiell in ausgewählten Bereichen (84') und/oder entlang von Linien (84), die die Maschenstäbchen (80) kreuzen, unterbrochen werden und wobei das Fadengelege (7) mit dem partiell unterbrochenen Maschenverbund (8, 80) in der dreidimensionalen Form ausgebreitet und mit dem aushärtenden Matrixwerkstoff umgossen wird.



DE 102 52 671 C 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten, dreidimensionalen Kunststoffteilen unter Verwendung von armernden, mehrschichtigen Fadengelegen mit mindestens einer, Schicht aus Strahlungsenergie absorbierenden Fasern, insb. Kohlenstofffasern, mit einem Maschenverbund aus natürlichen oder künstlichen Fasern, der die übereinander angeordneten Schichten des Fadengeleges aneinander und die Fasern oder Fäden jeder Schicht in ihrer jeweiligen Ausrichtung vorfixiert, und unter Verwendung von Matrixwerkstoffen, die das Fadengelege durchdringen, umschließen und schließlich in einer vorgegebenen Form aushärten.

[0002] Es ist allgemein bekannt, Fadengelege, die Fadenschichten mit gestreckten Fäden oder Fasern unterschiedlicher Ausrichtung besitzen, durch eine Vielzahl – meist in Fransen- oder Trikotlegung – nebeneinander angeordneter Maschenstäbchen eines Maschenverbundes so miteinander zu verbinden, dass ihre gegenseitige Lage und die Lage der Fäden innerhalb ihrer Schichten nahezu formschlüssig fixiert werden. In einem folgenden Arbeitsgang wird diese Schicht mit Kunststoff oder Harz getränkt und härtet in der dann vorgegebenen Lage aus.

[0003] Die Anwendung derartiger Fadengelege war im Wesentlichen auf überwiegend ebene oder nur flach gebogene und ausgeformte Werkstücke beschränkt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Größe der Verformung keine Faltenbildung verursacht.

[0004] Durch die EP 0 754 795 A1 und die DE 30 03 666 A1 ist es bekannt, das armernde Fadengelege für ein dreidimensionales Werkstück direkt in einer räumlichen Form herzustellen. Das vorbereitete, räumliche, mit Stiften auf einer Form zunächst vorfixierte Fadengelege wird von den Stiften gelöst, in eine Gießform verbracht und mit Harz oder Kunststoff umgossen. Dieser Vorgang ist im hohen Maß zeitaufwändig. Zudem ist es schwierig das dreidimensionale Fadengelege in konvexen Formenbereichen von den Stiften zu lösen und in die Gießform zu übertragen. Unmöglich ist es, ein rationell herstellbares Halbzeug für unterschiedliche dreidimensionale Werkstücke zu verwenden.

[0005] Mit der DE 41 39 714 C2 wird eine weitere Vorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Fadengeleges vorgeschlagen. Mittels eines räumlich bewegbaren Fadenlegers wird auf einer dreidimensionalen Lochplatte ein entsprechendes Fadengelege erzeugt und an Ablenkpunkten mittels einsteckbarer Nadeln partiell auf dieser fixiert. Das so vorgefertigte Fadengelege wird nach einer Vorfixierung der Form – z. B. mit adhäsiven Stoffen – in ein Werkzeug einer Gieß- oder Spritzmaschine eingebracht und dort mit Matrixmaterial umgossen. Auch diese Form der Herstellung dreidimensionaler Gebilde ist kosten- und zeitaufwändig.

[0006] Für die Herstellung eines dreidimensionalen Bauteiles – z. B. einer Bodenplatte eines Kraftfahrzeuges – werden gemäß DE 196 08 127 A1 mittels Maschenverbund vorverfestigte, ebene Fadengelege mit unterschiedlich ausgerichteten Verstärkungslagen zugeschnitten, an den entsprechend belasteten Abschnitten aufgelegt und miteinander vernäht. Das so vorbereitete Verstärkungsgelege wird anschließend in eine dreidimensionale Form verbracht und unter Anwesenheit eines aushärtbaren Matrixmaterials räumlich verformt. In den zu verformenden Bereichen ist die Zahl der Lagen begrenzt, so dass das Entstehen von Falten weitgehend ausgeschlossen ist.

[0007] Der Nachteil dieser Verfahrensweise besteht vor allem in der erheblichen Zahl an aufwändigen, manuell auszuführenden Arbeitsgängen. Ein weiterer Nachteil ist, dass

in den stark zu verformenden Bereichen meist nur eine Verstärkungslage vorgesehen ist und damit die Festigkeit fast ausschließlich auf die Stabilität des Matrixwerkstoffes zurückzuführen ist. Die so erzeugten Teile weisen – wegen der notwendigerweise hohen Wanddicke – ein hohes Gewicht und reduzierte Festigkeitswerte auf.

[0008] Hat man in stark zu verformenden Bereichen aus anderen Gründen mehrere sich kreuzende Verstärkungslagen vorgesehen, werden diese meist kleinflächigen Abschnitte vor der Umformung genadelt, so dass ein erheblicher Teil der zu verformenden Fasern getrennt wird. Diese getrennten Einzelfasern setzen der Verformung einen geringeren Widerstand entgegen. Eine Faltenbildung kann man mit dieser Maßnahme kaum vermeiden, weil ein großer Teil der stark belastbaren Fasern noch ungetrennt ist.

[0009] Mit dem Ziel, eine gewisse räumliche Verformbarkeit eines in einer Ebene hergestellten multiaxialen Fadengeleges zu ermöglichen, wird mit der DE 196 24 234 A1 vorgeschlagen, in einem gesonderten Arbeitsgang generell einen Teil der gestreckten Fasern der verschiedenen Schichten – ebenso, wie in der DE 196 08 127 A1 beschrieben – zu trennen, um damit ein gegenseitiges Verschieben der Schichten zu ermöglichen.

[0010] Mit einer solchen Maßnahme kann man die Verformbarkeit auch nicht konfektionierter Fadengelege jedoch nur in begrenztem Maße verbessern. Selbst dann, wenn nur noch wenige ungetrennte Fasern verbleiben, ist in stark zu verformenden Bereichen eine Faltenbildung nach wie vor nicht zu vermeiden. Insgesamt wird die Festigkeit des faserverstärkten Kunststoffteiles deutlich reduziert.

[0011] Nach einem weiteren Verfahren werden zur Herstellung eines Faden- oder Fasergeleges zur Verstärkung räumlich ausformbarer Werkstücke – gemäß DE 196 24 912 C2 – in einem ersten Arbeitsgang zwei bahnförmige Fasergelege aus unregelmäßig angeordneten Fasern erzeugt und mittels adhäsiver Stoffe einer Vorverfestigung unterzogen.

[0012] Zwischen dem oberen und dem unteren vorverfestigten Fasergelege werden entsprechend dem späteren Einsatz dieser Halbzeuge endlose Fadenscharen dort eingelegt, wo eine höhere Belastbarkeit erwünscht ist. Die Lage dieser Fadenscharen wird bis zu einer flächendendeckenden Vorverfestigung – Kalandrieren oder Wirken eines Maschenverbundes – vorübergehend mittels Nadelraupen fixiert.

[0013] Der so geschaffene Verbund eines bandförmigen Fadengeleges wird später einer Zuschneideinrichtung zugeführt. Die Zuschnitte werden in dreidimensionale Formen eingelegt, umgeformt und mit Matrixmaterial umgossen. Beim Umformen in einer bestimmten Größenordnung entstehen Falten, wenn man überschüssige Flächenbereiche nicht ausschneidet. Schneidet man dagegen überschüssige Flächenbereiche heraus, dann unterbricht man den verstärkenden Verbund. Nähte und Überlappungen wirken sich ähnlich störend aus wie Falten. Die derart gestalteten Fadengelege erfordern – so wie bereits beschrieben – eine größere Anhäufung von Matrixmaterial, um die Anwesenheit der Falten oder Nähte zu verbergen. Außerdem erfordert das Konfektionieren der Fadengelege einen erheblichen Zeitaufwand. Die so hergestellten Werkstücke sind teuer. Der Einsatzbereich derartig verstärkter Werkstücke bleibt begrenzt.

[0014] Durch die DE 100 05 202 A1 wird zur rationellen Herstellung dreidimensionaler Werkstücke aus bahnenförmig vorgelegten, multiaxialen Fadengelegen vorgeschlagen, anstelle der Vorverfestigung durch eine Vielzahl paralleler Maschenstäbchen die Vorverfestigung durch beliebig orientierte einzelne Nähte vorzunehmen und so eine Vorfixierung nur an den Stellen vorzunehmen, wo keine oder nur eine ge-

ringe räumliche Verformung vorgesehen ist. Die beliebig orientierten Nähte sollen mit Hilfe von in einer Ebene beliebig verfahrbarer Nähköpfe an dem kontinuierlich hergestellten Fadengelege erzeugt werden.

[0015] Eine solche Verfahrensweise ist nur bei relativ schmalen Fadengelegen anwendbar. Das Anbringen von Nähten an nicht vorverfestigten Fadengelegen erfordert mit hoher Präzision synchron zueinander bewegbare Arbeitselemente oberhalb und unterhalb des Fadengeleges. Die räumliche Bewegung dieser Arbeitselemente lässt sich bei den üblichen großen Abmessungen nicht mit der nötigen Präzision steuern. Verwendet man für das Anbringen der Nähte z. B. das Überwändig-Nähen, kann man auf gesteuerte Arbeitswerkzeuge (Greifer oder Schiffchen) auf der unteren Gelegeseite verzichten. Diese Art des Nähens führt jedoch zu einer recht wulstigen Naht, die in gleicher Weise nachteilig und unerwünscht ist wie Überlappungen oder Falten.

[0016] Ein weiteres Problem beim Anbringen beliebig orientierter Nähte an einem zunächst noch unverfestigten Fadengelege großer Breite besteht darin, das Fadengelege in der für den Nähprozess nötigen, horizontalen, vertikal definierten Ebene zuverlässig zu führen. Die meist unterschiedlich durchhängenden, einzelnen Fäden oder Fasern der unteren Lage lassen regelmäßig einen zuverlässigen Nähvorgang nicht zu. Damit ist auch diese Verfahrensweise nicht geeignet, das anstehende Problem zu lösen.

[0017] Mit der EP 1 057 605 A1 bzw. der DE 199 25 588 A1 wird, mit dem Ziel, mögliche Initiierungspunkte für Schädigungen im Übergangsbereich zwischen Matrixmaterial und Faserverbund zu vermeiden, vorgeschlagen, ein besonderes Fadenmaterial für die Herstellung des Maschenverbundes einzusetzen. Das Fadenmaterial soll sich – wie bereits in der DE 196 08 127 A1 erwähnten Art – bei Anwesenheit von flüssigem Matrixmaterial auflösen und mit diesem zu einer Einheit verbinden.

[0018] Auch mit dieser Maßnahme ist es nicht möglich, beim dreidimensionalen Verformen des Fadengeleges vor dem Einbringen des flüssigen Matrixmaterials die Faltenbildung zu vermeiden. Nach dem Einbringen des Matrixmaterials ist dann, wenn der Maschenverbund schließlich aufgelöst ist, kaum noch Bewegungsraum für die Verteilung der Faden- oder Faserschichten vorhanden. Die Falten bleiben weitgehend erhalten.

[0019] Durch die DE 100 60 379 A1 ist es bekannt, anstelle eines Fadengeleges mit gestreckten Fäden oder Fasersystemen, spiralförmige Faserlagen vorzuschlagen. Das gegenseitige Vorfizieren der Faserlagen erfolgt durch bei niedrigen Temperaturen schmelzbare, einzeln verteilte Fasern oder Partikel, die unmittelbar nach dem Ablegen auf dem Fadengelege durch Erhitzen aktiviert werden. Die Schmelztemperatur dieser Fasern oder Partikel liegt unter derjenigen der Matrixmaterialien. Diese Schmelztemperatur herrscht auch in der dreidimensionalen Form, bevor das ebene Fadengelege eingebracht wird. Das Fadengelege lässt sich dadurch leicht und mit Einschränkungen nahezu faltenfrei verformen.

[0020] Als Nachteil ist jedoch zu vermerken, dass die Belastbarkeit eines solchen Bauteiles bezogen auf eine vorgegebene Dicke des Fadengeleges begrenzt ist. Die so erzeugten Bauteile sind nach wie vor noch zu schwer und die erwünschte Reduzierung der Masse ist nicht realisierbar.

[0021] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren vorzuschlagen, das es ermöglicht, ein in einer Ebene hergestelltes, mehrschichtiges, multidirektionales Fadengelege mit überwiegend gestreckt vorgelegten Fadenlagen möglichst falten- und überlappungsfrei in eine einfach gestaltete dreidimensionale Gießform einzubringen und den Umfang an Konfektionierungsarbeiten zu reduzieren. Durch

die Vermeidung von Überlappungen und Falten soll insgesamt eine Reduzierung der Wanddicken der Verbundwerkstücke erreicht werden.

[0022] Diese Aufgabe wird auf überraschend einfache Weise durch die Verfahrensschritte nach Anspruch 1 gelöst. Durch die partielle Unterbrechung ausschließlich von Maschen des Maschenverbundes bleiben die Fadenschichten beim Umformen in eine dreidimensionale Form in ihrer wesentlichen Struktur erhalten. Durch den geschaffenen, zusätzlichen Freiheitsgrad ergibt sich die Möglichkeit einer Verlagerung der ungetrennten Fäden oder Fasern in den Bereich mit starker Verformung. Durch diese Verlagerung verteilen sich die Fasern oder Fäden gleichmäßig auf einer vergrößerten Fläche. Ihre stabilisierende Funktion bleibt weitgehend erhalten.

[0023] Der Umformvorgang ähnelt dem Tiefziehvorgang von Metallteilen. Falten und Überlappungen des Fadengeleges werden bei vielen Anwendungsfällen vermieden. Die für das Bauteil zu konzipierende Wanddicke kann auf ein Minimum reduziert und beim Bau der Vorrichtung berücksichtigt werden.

[0024] Verwendet man die Modifikation des Verfahrens nach Anspruch 2, dann kann man mit der unterschiedlichen Absorptionsfähigkeit von Faden und Faserwerkstoffen für die exakte Positionierung der Trennstellen der Maschen des Maschenverbundes sorgen und eine Schädigung angrenzender Faser- oder Fadenschichten vermeiden. Die thermisch trennende Wirkung des Laserstrahles tritt nur an der an der dunklen, dem Laserstrahl zugewandten Oberfläche der Fasern, z. B. Kohlenstofffasern, auf. Die vorzugsweise eingesetzten Kohlenstofffasern widerstehen der durch die Absorption des Laserlichtes entstehenden Temperatur, während der Wirkfaden des Maschenverbundes schmilzt oder verbrennt.

[0025] Positioniert man die das Laserlicht absorbierende Faden- oder Faserschicht gemäß Anspruch 3 auf der vom Abschlag geführten Seite des Maschenverbundes, dann trifft der von eben dieser Seite gerichtete Laserstrahl auf die Teile der Nadelmaschen. Es werden die beiden Schenkel der Nadelmaschen meist auch im Bereich der Bindungsstelle des Maschenkopfes der folgenden oder vorherigen Masche miteinander verschmolzen und verhindern so den Maschenlauf in den verbleibenden Bereichen bei üblicher Belastung. Findet dagegen ein Tiefziehvorgang statt, können solche Verbindungen leicht platzen. Der Maschenverbund löst sich dann so weit auf, wie es für eine faltenfreie Umformung notwendig ist.

[0026] In vielen Fällen ist es ausreichend und zweckmäßig, gemäß Anspruch 4 das partielle Trennen des Maschenverbundes erst unmittelbar vor dem Umformprozess vorzunehmen. Man kann so den Trennvorgang ausschließlich auf die Bereiche begrenzen, in denen er unbedingt erforderlich ist. Auch eine aufwändige Lagerhaltung an speziell vorbereiteten Fadengelegen wird vermieden.

[0027] Die Verfahrensweise nach Anspruch 5 wird man regelmäßig dann wählen, wenn ausreichend große Stückzahlen von faserverstärkten Kunststoffteilen gleicher oder ähnlicher Form hergestellt werden sollen.

[0028] Die gleichmäßig verteilte Unterbrechung des Maschenverbundes nach Anspruch 6 wird regelmäßig dann verwendet, wenn man sehr viele, unterschiedliche, begrenzt umformbare Kunststoffteile aus dem gleichen, vorbereiteten bahnförmigen Halbzeug herstellen will.

[0029] Eine besseres Handhaben zugeschnittener Fadengelege erreicht man durch das Anbringen beliebiger partiell verteilter Nähte nach Anspruch 7.

[0030] Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben werden. Die dazu gehörigen Zeich-

nungen zeigen:

[0031] Fig. 1 eine schematische Legeanordnung für ein mehrschichtiges Fadengelege mit mehreren, der Wirkstelle nachgeordneten Arbeitselementen für die Vorbereitung des Fadengeleges zur dreidimensionalen Umformung,

[0032] Fig. 2 eine schematische, perspektivische Darstellung eines mehrschichtigen Fadengeleges im Bereich der Wirkstelle mit unmittelbar nachgeordnetem Laserkopf zum partiellen Trennen des Maschenverbundes,

[0033] Fig. 3 einen Querschnitt durch ein Fadengelege entlang eines Maschenstäbchens mit trennendem Laser auf der Seite der Platinenmaschen,

[0034] Fig. 4 eine Ansicht analog zu Fig. 3 mit einem auf die Nadelmaschen gerichteten Laser,

[0035] Fig. 5, 5a zwei Ansichten eines für die dreidimensionale Verformung vorgesehenen Fadengeleges,

[0036] Fig. 6, 6a zwei Ansichten einer Ausführungsvariante eines abschnittsweise dreidimensional verformbaren Fadengeleges und

[0037] Fig. 7, 7a zwei Ansichten einer weiteren Variante eines dreidimensional unterschiedlich verformbaren Fadengeleges.

[0038] In Fig. 1 ist eine schematische Gesamtansicht einer Anlage zur Vorbereitung von dreidimensional verformbaren Fadengelegen dargestellt.

[0039] Das Fadengelege 7 wird in an sich bekannter Weise zwischen zwei oberen Trüms von Transportketten 1, 1' vorbereitet. Zu diesem Zweck sind Fadenleger 21, 22, 23 in unterschiedlichen Winkeln zur Richtung der Transportketten 1, 1' geführt – in wechselnden Richtungen über beide Transportketten bewegbar.

[0040] Die durch den jeweiligen Fadenleger 21, 22, 23 gelegten Fadenscharen können außerhalb der Hakenreihe der Transportketten 1, 1' in oder gegen die Bewegungsrichtung der Transportketten 1, 1' versetzt werden, so dass alle Fäden jeder Fadenlage parallel zueinander ausgerichtet sind. Die jeweilige Richtung der von oben sichtbaren Fadenschicht (eine Fadenlage ist in der Regel eine Fadenschicht 71, 72, 73, 74, 75) ist jeweils in einem Kreis in Form paralleler Linien dargestellt.

[0041] Das fertig zusammengestellte Fadengelege 7 wird in an sich bekannter Weise der Wirkstelle 3 einer Kettenwirkmaschine zugeführt. Diese Kettenwirkmaschine hat eine Nadelbarre, die mit einer Zahl von Nadeln besetzt ist. Diese Nadeln durchdringen jeweils das Fadengelege 7 von unten nach oben, erfassen oben einen Wirkfaden und bilden Maschenstäbchen 80 aus. Die Platinenmaschen 81 dieses Maschenverbundes 8 können jeweils durch den Wirkfadeführer zu anderen Nadeln versetzt werden, so dass unterschiedliche Bindungen entstehen (Samt, Trikot, Franse, Atlas).

[0042] Der Wirkstelle 3 der Kettenwirkmaschine können – nach dem Beispiel der Fig. 1 – in Arbeitsrichtung folgend, in der Ebene des Fadengeleges 7 bewegbare Nähköpfe 41, 41' zugeordnet sein. Diese Nähköpfe 41, 41' können das Fadengelege partiell zusätzlich durch beliebig gerichtete Nähte 83 verfestigen. Die Nähköpfe 41, 41' können nach dem Prinzip des Überwindlich-Nähens gestaltet sein. Sie bringen die zusätzlichen Verstärkungsnahte 83 allein von der Oberseite des Fadengeleges her an. Solche zusätzlichen Nähte können später auszuschneidende Teile in einzelnen ausgewählten Bereichen verstärken bzw. das Auflösen eines Zuschnittes an den Trennkanten vermeiden.

[0043] Insbesondere bei stärkeren Fadengelegen – z. B. 7a – ist es zweckmäßig, hierfür verzugsfreie Nahtformen zu verwenden, die keine Wulstbildung am Fadengelege verursachen. Für die Herstellung solcher Nähte sind regelmäßig Arbeitselemente über und unter dem Fadengelege 7 anzu-

ordnen, die präzise zusammenwirken, um gemeinsam den erforderlichen Nahtverbund zu schaffen. Mit derartigen Nähvorrichtungen können stabile und verzugsfreie Kettenstich- oder Steppstichnähte ausgeführt werden.

[0044] Zur Bewegung der Nähköpfe in der Ebene des Fadengeleges sind die Nähköpfe 41, 41' an Gestängen 43, 43' geführt. Die gesamte Einheit ist an bewegbaren Schlitten 44, 44' gelagert, die an den Führungen 42, 42' gesteuert angetrieben gleiten. Das Gestänge 43, 43' kann eine gesteuerte Schwingbewegung ausführen, so dass die herzustellenden Nähte 83 durch die Kombination der Bewegung der Schlitten 44, 44' praktisch beliebig positioniert und ausgerichtet werden können.

[0045] Diese Nähvorrichtungen 4, 4' sind fakultativ einsetzbar, wenn es die Gestaltung der herzustellenden Kunststoffteile es erfordert.

[0046] Dem Arbeitsbereich 4 der Nähköpfe 41, 41' ist eine Laser-Trenneinrichtung 5 nachgeordnet. Diese Laser-Trenneinrichtung 5 besitzt im vorliegenden Beispiel zwei unabhängig voneinander bewegbare Laserköpfe 51, 51'. Diese Laserköpfe 51, 51' erzeugen je einen energiereichen Lichtstrahl, der hier gegen die Platinenmaschen 81 der Maschenstäbchen 80 gerichtet ist. Die an die Platinenmaschen 81 angrenzende äußere Schicht 71 des Fadengeleges 7 besteht aus einem das Licht absorbierenden Werkstoff und ist bei deutlich höherer Temperatur als der Wirkfaden aufschmelzbar. Im Bereich der Oberfläche der absorbierenden Schicht 71 erzeugt der Laserkopf 51 in einem Bereich 84' eine derart hohe Temperatur, dass der Nähfaden dort schmilzt oder verbrennt. Der Maschenverbund wird auf diese Weise partiell unterbrochen.

[0047] Der Laserstrahl wird entlang von Trennlinien 84 bewegt und schmilzt in dem die Trennlinie umgebenden Bereich 84' ausschließlich Teile des Wirkfadens auf. Die Fasern der obersten Schicht absorbieren das Licht derart, dass die darunter liegenden anderen Fadenschichten 72, 73, 74, 75 unabhängig von der Art ihres Werkstoffes erhalten bleiben. Die absorbierende Schicht schmilzt erst bei deutlich höherer Temperatur, so dass das Fadengelege insgesamt erhalten bleibt. Das abschnittsweise unterbrochene Maschenstäbchen 80 hält bei normaler Belastung das Fadengelege noch zusammen. Im Bereich einer stärkeren, räumlichen Verformung des Fadengeleges 7 gibt das unterbrochene Maschenstäbchen 80 die Fäden der einzelnen Schichten frei, so dass diese sich gegeneinander nahezu ungehindert bewegen können. Bei einem Tiefziehvorgang setzen sie der Umformung einen nur geringen Widerstand entgegen.

[0048] Die Bauelemente zur Führung der Laserköpfe sind analog zu den Führungselementen der Nähköpfe ausgebildet. Die Bezeichnungen unterscheiden sich nur durch die Zahl 5 anstelle der Zahl 4 in der Zehnerposition des Bezugszeichens. Die Laserköpfe 51, 51' sind in ihrem Bereich parallel zum Fadengelege 7 beliebig bewegbar. Die Bewegungsbahnen können mittels computergesteuerter Servomotoren realisiert werden (nicht gezeigt).

[0049] Vorzugsweise im Anschluss an ein nachfolgendes Führungswalzenpaar 55 werden die durch Zusatznähte 83 verstärkten und in verformbaren Bereichen mit getrennten Maschenstäbchen 80 versehenen Fadengelege 7 einer Zugschneideeinrichtung 6 zugeführt. Die Zugschneideeinrichtung 6 ist mit entsprechenden Schneidelementen 61, 61' ausgestattet, die sowohl mechanische als auch thermische oder in sonstiger Weise wirkende Trennvorrichtungen besitzen können. Mit dieser Zugschneideinrichtung 6 wird endgültig die Form des Zuschnittes bestimmt, die später in der Gießform eingelegt werden kann. In der geschlossenen Gießform wird dann das zugeschnittene Fadengelege 76, 77, 78 mit einem Kunststoff oder Harz umgeben. Diese härten aus und behal-

ten die Form des faserverstärkten Kunststoffteiles.

[0050] Im Beispiel der Fig. 1 sind die Nähköpfe 41, die Laserköpfe 51 und die Zuschneidköpfe 61 unmittelbar der Wirkstelle 3 nachgeordnet. Es ist natürlich auch möglich, das an der Wirkstelle 3 vorverfestigte Fadengelege 7 zunächst auf einem Wickel zu speichern und die Arbeitsgänge an dem Fadengelege 7 auszuführen, das von dem Wickel abgezogen wird.

[0051] Es ist zweckmäßig, die einzelnen Vorrichtungen 4, 5, 6 unmittelbar nacheinander anzuordnen, um wiederholte anpassende Positioniervorgänge zu vermeiden.

[0052] Die Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines mehrschichtigen Fadengeleges 7a. Die Ausrichtung der einzelnen Fadenlagen 71a, 72a, 73a, 74a, 75a spielt für den vorliegenden Fall keine besondere Rolle. Im fertigen Fadengelege 7a dringen die von unten einstechenden Nadeln (bei 3) durch das Fadengelege 7a und werden – wie in der Kettenwirkerei üblich – mit Wirkfäden belegt, so dass alle Nadeln gemeinsam das Fadengelege 7a mittels Maschenverbund 8 verfestigen können.

[0053] Die oberste Lage 71a des Fadengeleges, die sich auf der linken Seite des Maschenverbundes 8 befindet, besteht aus Licht absorbierenden Fasern, die in Form von ausgebreiteten Fasersträngen zwischen den Transportketten 1, 1' gespannt sind. Es ist zweckmäßig, diese Faserstränge, die die obere Schicht bilden, aus Kohlenstofffasern zu bilden. Kohlenstofffasern absorbieren das Licht und sind gegen die durch die Absorption entstehende hohe Temperatur resistent.

[0054] Unmittelbar hinter der Nadelreihe ist ein im Wesentlichen in der Ebene XY, d. h. parallel zum Fadengelege bewegbarer Laserkopf 51 angeordnet. Der Laserstrahl trifft bei seiner Bewegung über das Fadengelege 7a auf das Licht absorbierende Kohlefaserstränge. An deren Oberfläche staut sich die Energie – hier Wärme – des Laserstrahles und schmilzt die Platinenmaschen des Maschenverbundes entlang seiner Bewegungsbahn 84 im Bereich 84' auf.

[0055] Ein derartig aufgetrennter Maschenverbund kann im nahezu spannungsfreien Zustand die einzelnen Fadenlagen noch mit ausreichender Sicherheit zusammenhalten. Man kann einen solchen Verbund – bestehend aus Fadengelege und Maschenverbund mit partiell getrennten Maschenstäbchen – auch noch auf einem Wickel speichern und später zur Weiterverarbeitung des Fadengeleges 7a vom Wickel abziehen.

[0056] Wird der Faserverbund dann nach einem erfolgten Zuschchnitt oder ggf. nach einer weiteren zusätzlichen Verfestigung durch weitere Nähte 83 in beliebigen Richtungen einem dreidimensional verformenden Werkzeug zugeführt, löst sich bereits bei geringer Belastung der Maschenverbund auf und ermöglicht das gegeneinander Gleiten der einzelnen Fadenschichten aneinander. Die Fäden der einzelnen Fadenlagen haben einen zusätzlichen Freiheitsgrad. Sie setzen der Verformung einen geringeren Widerstand entgegen.

[0057] Ein solcher, partiell getrennter Maschenverbund mit der Trennstelle auf der Platinenmaschenseite ist in Fig. 3 beispielhaft dargestellt. Das Fadengelege 7b – bestehend aus fünf Fadenschichten – wird hier durch den Maschenverbund 8 vorverfestigt. Die oberste Schicht 71b des Fadengeleges besteht aus Licht absorbierenden, temperaturbeständigen Fasern. Auf diese Fasern und auf die Platinenmaschen 81 der Maschenstäbchen 80 ist der Laserstrahl des Laserkopfes 51 gerichtet. Der vom Laserstrahl beeinflusste Bereich 84' sollte mindestens eine halbe Stüchlänge überstreichen, so dass in jedem Fall beim Überqueren eines Maschenstäbchens ein Stüchloch mit erfasst wird. In diesem Fall ist der Trennvorgang ausreichend sicher, so dass bei einer dreidimensionalen Verformung die Faltenbildung zuverlässig ver-

mieden werden kann.

[0058] In Fig. 4 ist ein Fadengelege 7c gezeigt. Hier besteht die unterste Schicht 75c, die den Nadelmaschen 82 des Maschenverbundes 8 zugewandt ist, aus Licht absorbierenden Fasern mit hoher Temperaturbeständigkeit. Der Laserstrahl wird von der rechten, meist unteren Seite des Fadengeleges 7c herangeführt und schmilzt an der Oberfläche der absorbierenden Fasern den Maschenverbund 8 auf. Auch in diesem Fall bleibt der Verbund bei fehlender Belastung des Fadengeleges 7c vorerst noch erhalten, so dass das Fadengelege 7c als Ganzes noch handhabbar bleibt. Bei einer stärkeren Verformung löst sich jedoch der Verbund, beginnend an der getrennten Stelle der Nadelmaschen 82 leicht auf und ermöglicht das gegenseitige Gleiten der Fäden der einzelnen Schichten.

[0059] In Fig. 5 ist der Zuschitt 76 eines Fadengeleges 7 gezeigt, das ausschließlich durch Maschenstäbchen 80 vorverfestigt ist. In den Abschnitten der größten Verformungen, wie sie z. B. bei der Herstellung einer Gepäckablagemulde für ein Flugzeug vorkommen, sind die Maschenstäbchen 80 entlang der strichpunktlierten Linien 84 getrennt.

[0060] Wird das noch ebene Fadengelege in die dreidimensionale Form 91 eingebracht, kann der eindringende Stempel oder Luftdruck die Umformung in die dritte Dimension X ohne größeren Widerstand vornehmen. Die einzelnen Schichten des Fadengeleges 7 können – wenn auch begrenzt – gegeneinander gleiten und ermöglichen so das dreidimensionale Umformen in weiten Bereichen ohne Faltenbildung. Die Wanddicke des schließlich erhaltenen Kunststoffteiles kann durch die Vermeidung von Faltenbildungen deutlich geringer gewählt werden als es bei Verwendung von Fadengelegen 7 mit durchgehenden Maschenstäbchen 80 der Fall ist.

[0061] Die Fig. 6 und der dazu gehörige Querschnitt in Fig. 6a zeigen einen Ausschnitt 77 aus einem Fadengelege 7, das überwiegend in einer im Wesentlichen ebenen Fläche verbleibt. Nur in einzelnen Abschnitten sollen seitliche Auswölbungen 92 vorgesehen werden. Zur Sicherung der Herstellung faltenfreier Auswölbungen 92 werden in deren Grenzbereichen die Maschenstäbchen 80 entlang der strichpunktlierten Linien getrennt. In diesen begrenzten Bereichen lässt sich das so vorbereitete Fadengelege 7 mit geringstem Widerstand verformen.

[0062] In Fig. 7 ist ein Ausschnitt 78 aus einem Fadengelege 7 dargestellt. Das gesamte Fadengelege 7 wird zunächst mit einer großen Zahl von zueinander parallelen Maschenstäbchen 80 versehen. Diese Maschenstäbchen 80 werden dann von vornherein – vgl. Fig. 2 – nach einem flächigen Muster partiell aufgetrennt, so dass in vielen unregelmäßig verteilten Bereichen Prägungen 93a, 93b, 93c oder relativ geringe Umformungen in die dritte Dimension möglich werden, ohne vorab die Konturen der Umformungen und Auswölbungen zu kennen.

#### Bezugszeichenliste

- 1, 1' Transportketten
- 2 Legeanordnung
- 21 Fadenleger
- 22 Fadenleger
- 23 Fadenleger
- 24 Stiefadenleger
- 3 Wirkstelle
- 4 Nähanordnung
- 41, 41' Nähkopf
- 42, 42' Führung
- 43, 43' Gestänge
- 44, 44' Schlitten

5 Laser-Trennanordnung	
51, 51' Laserkopf	
52, 52' Führung	
53, 53' Gestänge	
54, 54' Schlitten	5
55 Führungswalzenpaar	
6 Zuschneidanordnung	
61, 61' Schneidkopf	
62, 62' Führung	
63, 63' Gestänge	10
64, 64' Schlitten	
7, 7a, 7b, 7c Fadengelege	
71, 71a, 71b, Fadenschicht	
72, 72a, Fadenschicht	
73, 73a, Fadenschicht	15
74, 74a, Fadenschicht	
75, 75a, 75c Fadenschicht	
76 Zuschnitt	
77 Ausschnitt	
78 Prägungen	20
8 Maschenverbund	
80 Maschenstäbchen	
81 Platinenmasche	
82 Nadelmasche	
83 Naht, zusätzlich	25
84 Trennlinie	
84' Trennbereich	
91 Form (Querschnitt)	
92 Auswölbung	
93a, 93b, 93c Prägung	30

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten dreidimensionalen Kunststoffteilen, unter Verwendung von armierenden, mehrschichtigen Fadengelegen (7) mit überwiegend gestreckten Fäden oder Fasersträngen in jeder Schicht (z. B. 71, 72, 73, 74, 75), mit einem Maschenverbund (8) aus natürlichen oder künstlichen Fasern, der die übereinander angeordneten Schichten (z. B. 71, 72, 73, 74, 75) des Fadengeleges (7) aneinander und die Fasern oder Fäden jeder Schicht in ihrer jeweiligen Ausrichtung vorfixiert, und unter Verwendung von Matrixwerkstoffen, die das der Form angepasste Fadengelege durchdringen und schließlich in einer vorgegebenen Form aushärtend umschließen, wobei der Maschenverbund (8) des in Bahnform vorbereiteten Fadengeleges (7) partiell in ausgewählten Bereichen (84') und/oder entlang von Linien (84), die die Maschenstäbchen (80) kreuzen, unterbrochen werden und wobei das Fadengelege (7) mit dem partiell unterbrochenen Maschenverbund (8; 80) in der dreidimensionalen Form ausgebreitet und mit dem aushärtenden Matrixwerkstoff umgossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schicht (71; 71a, 71b, 75c) aus Energie absorbierenden, schwer schmelzenden Fasern (z. B. Kohlenstofffasern) das Fadengelege (7) außen begrenzt, dass das Fadengelege (7) mindestens in den Bereichen der stärksten Verformungen partiell mit Laserstrahlen derart bestrahlt wird, dass die Fäden des Maschenverbundes (8) im jeweils bestrahlten Bereich (84') an den Kontaktflächen zu den

das Laserlicht absorbierenden Fasern (z. B. Carbonfasern) partiell aufgeschmolzen und/oder verbrannt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (75c) aus absorbierenden Fasern (z. B. Kohlenstofffasern) das Fadengelege (7) auf der vom Abschlag der Kettenwirkmaschine geführten Seite außen begrenzt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das partielle Unterbrechen des Maschenverbundes (8) in der Zone der stärksten Verformung unmittelbar vor dem Umformen beim Einbringen des Fadengeleges (7) in die Gießform erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zusätzlichen Arbeitsgang vor dem Zuschneiden des vorverfestigten Fadengeleges (7) der Maschenverbund (8) partiell an durch den Zuschnitt definierten Stellen (z. B. Fig. 5 und 6) unterbrochen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Maschenverbund (8) unabhängig von einem bestimmten Zuschnitt in nahezu regelmäßig voneinander beabstandeten Positionen (z. B. Fig. 7) unterbrochen wird.

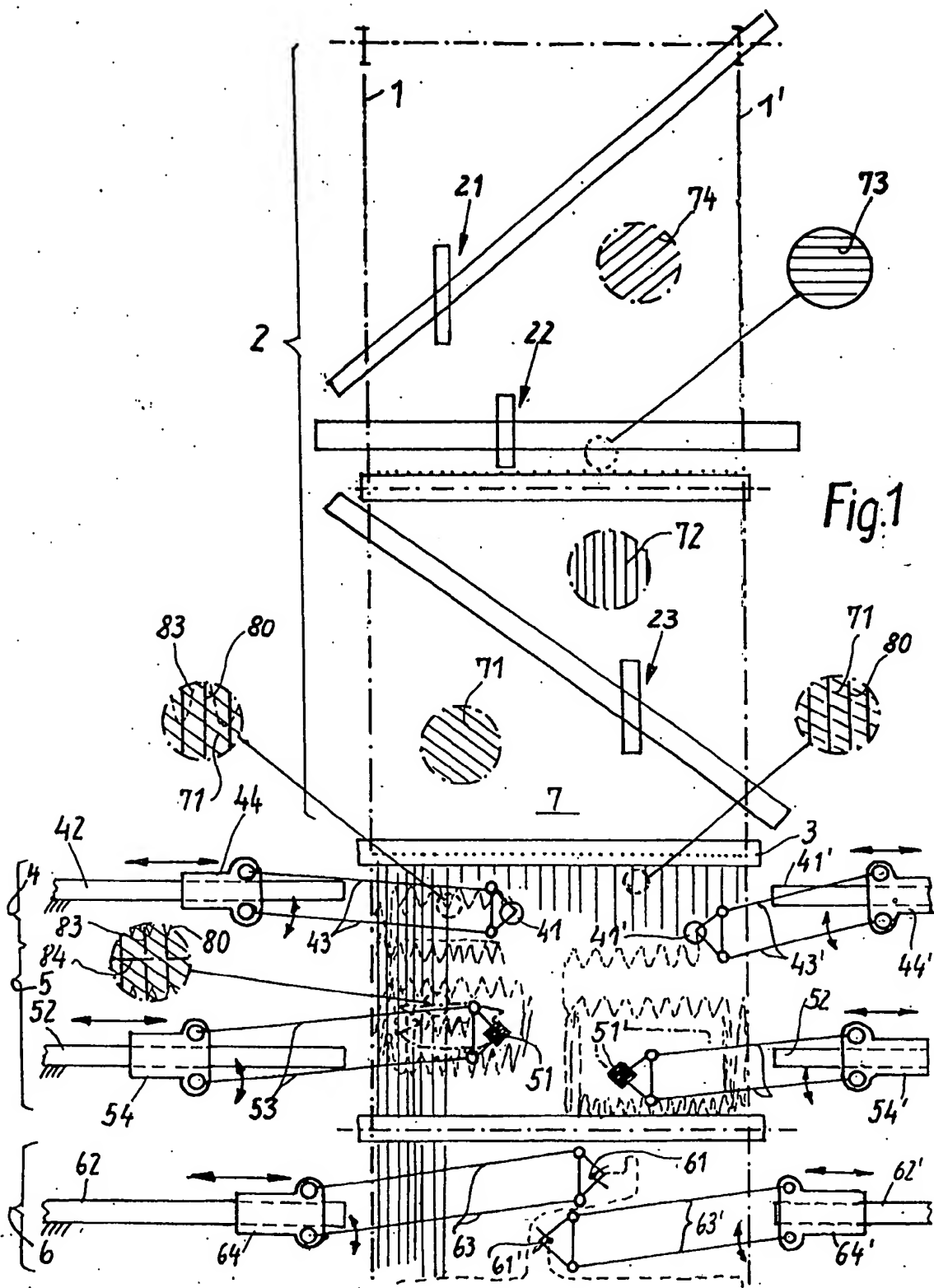
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Fadengelege mit dem Maschenverbund (8) partiell zusätzlich mit beliebig angeordneten Nähten (83) versehen wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -





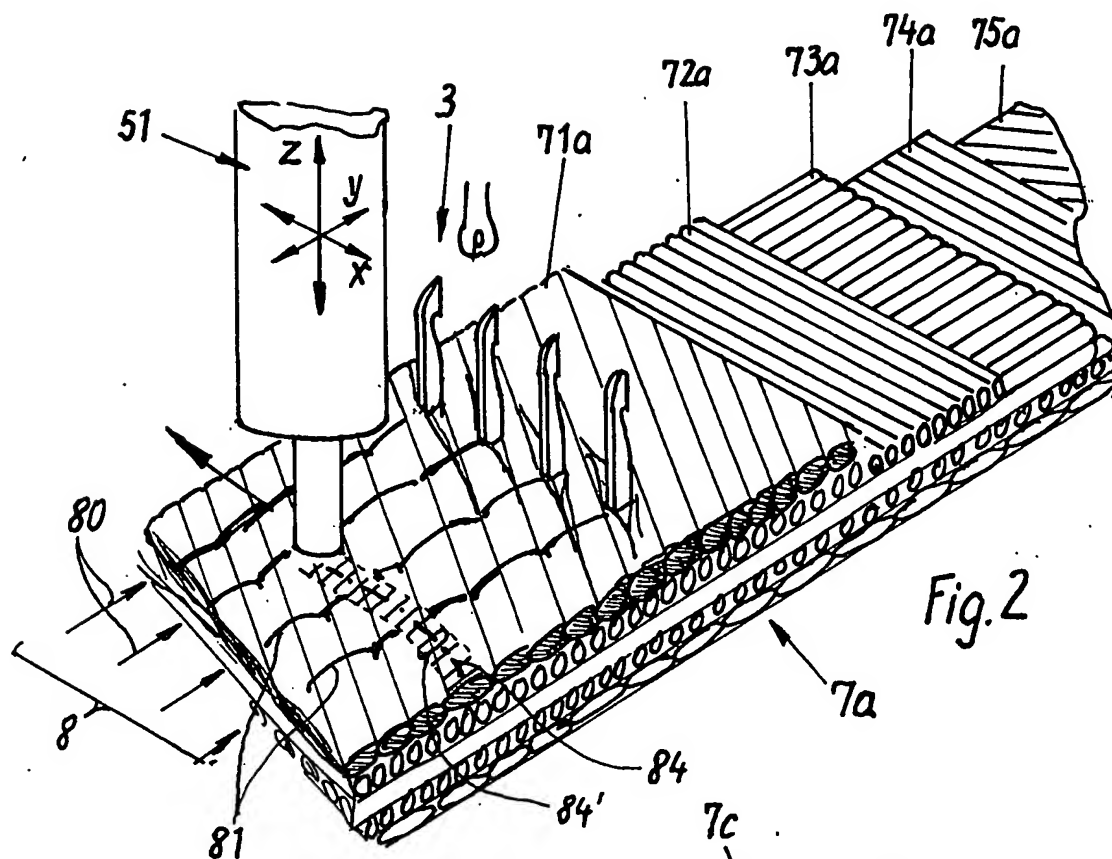


Fig. 2

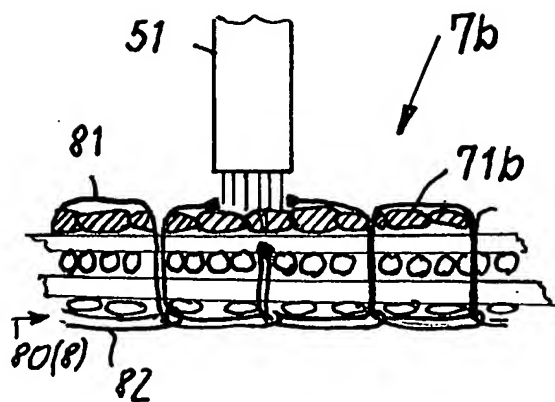


Fig. 3

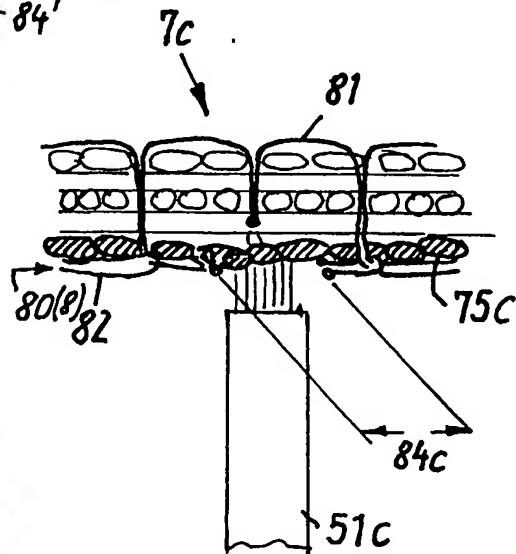


Fig. 4

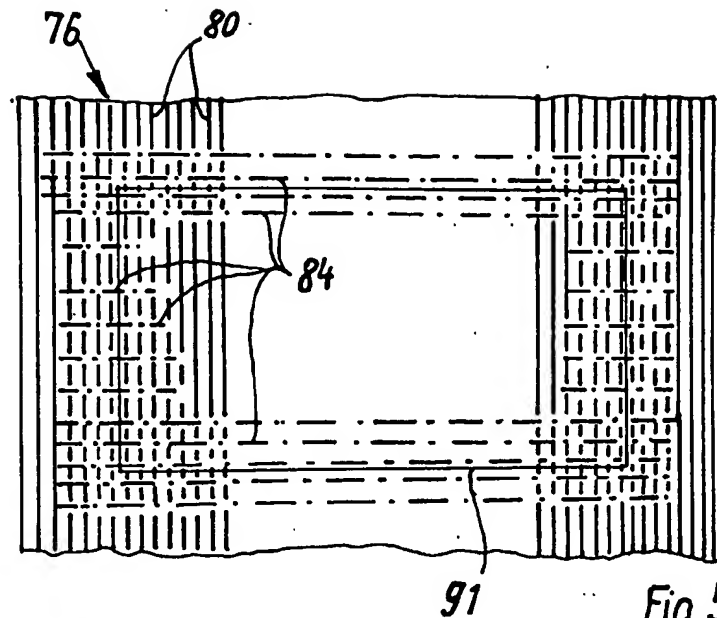


Fig. 5



Fig. 5a

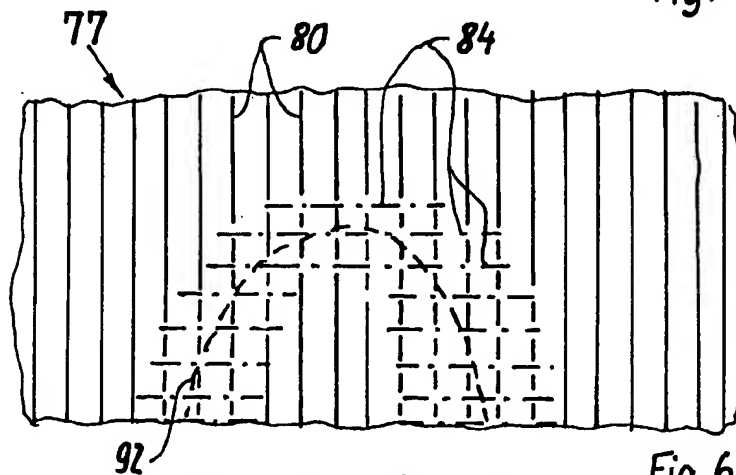


Fig. 6



Fig. 6a

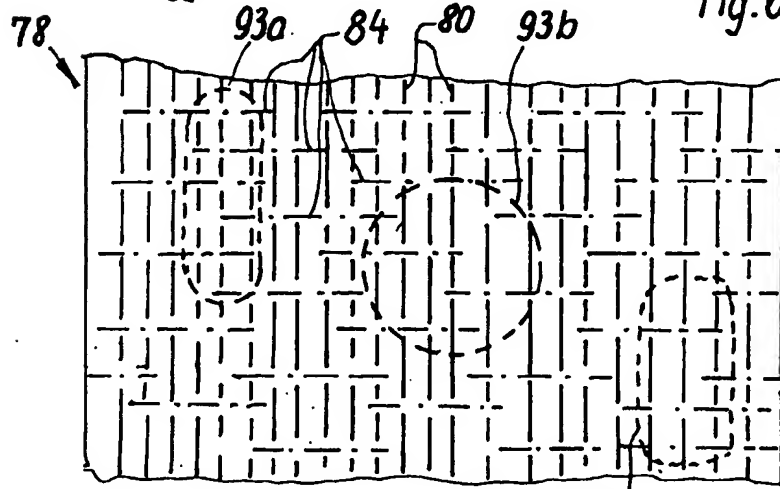


Fig. 7



Fig. 7a

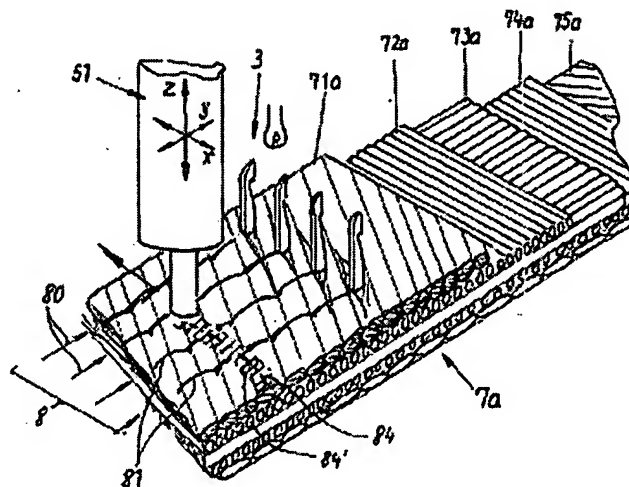
**Three-dimensional fiber-reinforce plastics body is formed by overlaid layers of filament bands, bonded together by stitches in a warp knitter, where the stitches are partially cut for shaping and penetration by a matrix material**

**Patent number:** DE10252671  
**Publication date:** 2003-12-04  
**Inventor:** ERTH HOLGER (DE); WEGNER ALEXANDER (DE); ZEIDLER GERT (DE); SCHULER GUENTER (DE)  
**Applicant:** KARL MAYER MALIMO TEXTILMASCHI (DE)  
**Classification:**  
- **International:** D04B21/14; B29C70/06; D04H3/04  
- **European:** B29C70/22A; B29C70/22C; B29C70/24; B29C70/54C; D04B21/14; D04B23/10; D04H13/00B2; D04H13/00B3B; D04H13/00B5  
**Application number:** DE20021052671 20021111  
**Priority number(s):** DE20021052671 20021111

[Report a data error here](#)

#### Abstract of DE10252671

To produce a three-dimensional fiber-reinforced plastics component, a number of filament bands (7a), e.g. of carbon fibers, are laid in overlaid layers (71a-75a) using drawn filaments or filament strands. The layers are bonded together by stitches (8) in a warp knitter, using natural or synthetic threads, to fix them in the required orientation. A matrix material penetrates through the filament layers, to harden into the required shape. The web shape of the filament band is interrupted by a laser cutting head (51), which partially breaks the bonding stitches in a selected direction (84') and/or along a line (84) at right angle to the stitch wales. The bonded material is manipulated into the required three-dimensional shape at the stitch breaks shrouded by the matrix material.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**